

Во всех проведённых опытах были получены достаточно ровные катодные осадки. В опыте № 4 без тиомочевины на катодной поверхности отчётливо видны дендритные наросты, добавка Магнафлока не воспрепятствовало росту дендритов, хотя катодная поверхность получилась достаточно ровной.

Наилучший результат получился в опыте № 2, мелкозернистый осадок без образования дендритов. В опытах № 1 и № 3 катодная поверхность получилась равномерная с крупным зернистым осадком также без дендритов.

Таким образом, добавление Магнафлока способствует образованию ровного мелкозернистого осадка на поверхности катода.

Литература

1. Всё о металлургии [Электронный ресурс] Электролитическое рафинирование меди. – Режим доступа: <http://metal-archive.ru/tyazhelye-metally/1497-elektroliticheskoe-rafinirovanie-medi.html>, свободный. – Загл. с экрана – Данные соответствуют 29 марта 2015.

2. Металлургия меди [Электронный ресурс] Добавки в электролит. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1866785/page:44/>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 05.02.2018.

3. Четверкин А.Ю. О механизме влияния ПАВ на образование аэрозолей при электрорафинировании меди [Текст] / А. Ю. Четверкин, Л. В. Волков, Е.М. Соловьев, // Цветные металлы. 2008. – № 12. – С. 40 – 44.

4. Флокулянты Магнафлок (Magnaflow®) [Электронный ресурс]: Магнафлок // Официальный сайт компании ЗАО «АльфаХимПром». – Электрон. Дан. – Альфахимпром, 2018. – Режим доступа: <http://alphachem.ru/magnaflow/> свободный – Загл. С экрана. – Дата обращения 04.03.2018.

УДК 669.2/.8.041:669.045

АТМОСФЕРНОЕ СЕРНОКИСЛОТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ТОНКИХ МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ

К.А. Каримов, А.В.Крицкий, М.А. Третьяк, А.А. Ковязин, С.С. Набойченко

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.

Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Свинец, цинк, мышьяк являются постоянными спутниками меди в её рудах. В связи с ухудшением качества получаемых концентратов и вовлечением в переработку вторичного сырья эти примеси все больше циркулирует в полупродуктах медеплавильного производства, чаще всего накапливаясь в тонких пылях. Возврат этих пылей на пирометаллургическую

переработку приведет к загрязнению черновой меди мышьяком и свинцом. Состав пылей представлен в табл. 1.

Таблица 1

Состав тонких пылей медеплавильного производства

Пыли	Содержание, %				
	As	Cu	Pb	Zn	Fe
ПРТП	18,5	6,3	10,0	12,8	5,4
ПШП	11,9	4,2	17,2	9,5	7,1
ПСУМЗ	8,5	9,3	11,9	12,5	9,7

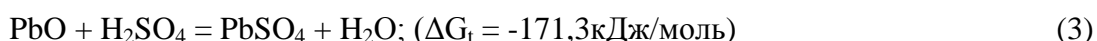
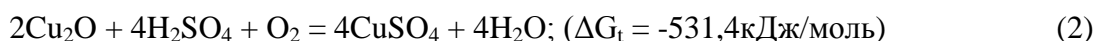
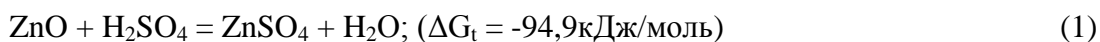
ПРТП – пыль полученная при восстановительной плавке пыли СУМЗа в руднотермической печи

ПШП - пыль полученная при восстановительной плавке пыли СУМЗа в шахтной печи

Выщелачивание пылей проводили при следующих условиях: плотность пульпы Ж:Т = 6-12:1 (для получения концентрации мышьяка в конечном растворе 14-17 г/дм³); температура 20-80°C; мольное отношение $H_2SO_4/(Pb+Zn+Cu)=0,3-1,5$; продолжительность выщелачивания 30 мин. Зависимости извлечения мышьяка, меди и цинка от температуры приведены на рис. 1 а, б, в.

Увеличение температуры с 20 до 80 °C практически не сказывается на выщелачивании цинка и мышьяка из ПСУМЗ (рис. 1 а), а извлечение меди возрастает с 50,1 до 56,2 %. Показатели выщелачивания ПРТП и ПШП имеют схожую зависимость извлечения меди и цинка от температуры (рис. 1 б, в). В отличие от ПСУМЗ извлечение мышьяка из ПРТП и ПШП сильнее зависит от температуры. С ее увеличением с 20 до 60 °C переход мышьяка в раствор вырос с 86 до 97 % для ПРТП и с 68 до 95 % для ПШП, что, возможно, связано с наличием в их составе арсенатов и арсенитов свинца, которые разлагаются по обменной реакции с H_2SO_4 , и с образованием $PbSO_4$ [1].

Взаимодействие компонентов пылей с сернокислыми растворами проходит по следующим реакциям ($t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$):



При недостатке кислорода выщелачивание оксида Cu_2O , согласно термодинамическим расчетам (реакция 4, 5), может идти с образованием металлической фазы элементной меди, за счет реакции диспропорционирования ионов меди (I) [2]. При увеличении содержания Cu_2O в пыли необходимо продувать раствор кислородом воздуха для исключения образования металлической фазы элементной меди.

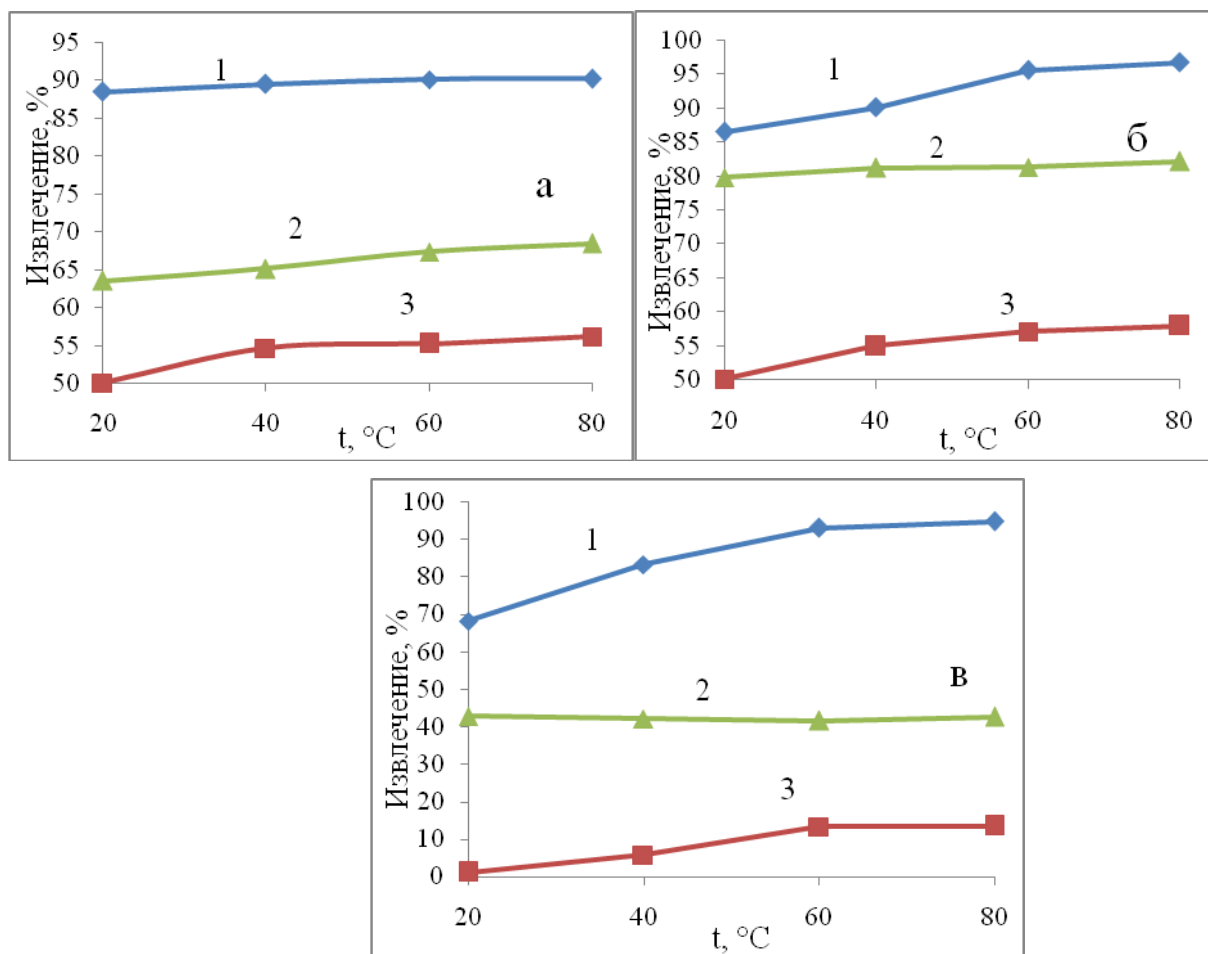
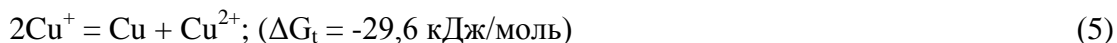


Рис. 1. Зависимость извлечения мышьяка (1), цинка (2) и меди (3) от температуры представлена ($\text{H}_2\text{SO}_4/(\text{Pb}+\text{Zn}+\text{Cu}) = 1,05$, $\tau = 30$ мин): а – ПСУМЗ; б – ПРТП; в – ШП

Увеличение концентрации железа в растворе выше 5 г/дм^3 приводит к снижению извлечения мышьяка в раствор с 95 до 88 % для ПРТП, с 95 до 81 % для ПШП и с 90 до 73 % для ПСУМЗ, а содержание мышьяка в кеке возрастает с 4,8 до 5,6 %. Снижение извлечения, возможно, связано с осаждением арсенитов, арсенатов железа или высаливанием мышьяка, ввиду его концентрации в растворе близкой к пределу растворимости [3] ($15 - 20 \text{ г/дм}^3$). Выщелачивание пылей в две стадии ($[\text{Fe}]_0 = 15 \text{ г/дм}^3$, $t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$; $\text{H}_2\text{SO}_4/(\text{Pb}+\text{Zn}+\text{Cu}) = 1,05$; $\tau = 30$ мин) позволило вернуть извлечения мышьяка на прежний уровень 90 - 95 % и снизить его содержание в кеке до 1,5 - 2,2 %. Увеличение начальной концентрации меди до 40 г/дм^3 и цинка до 100 г/дм^3 в растворе не сказалось на выщелачивании пылей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00914/18.

Литература

1. Иванов Б. Я. Гидрометаллургическая переработка тонких конверторных пылей медеплавильного производства / Б.Я. Иванов, А.С. Ярославцев, Г.Н. Ванюшкина // Цветные металлы. 1982. №4. С. 16-21.
2. Паньшин А. М. Исследование кинетических закономерностей перехода примесей в раствор при сернокислотном выщелачивании цинксодержащего промпродукта двухстадийного вельцевания цинковых кеков / А. М. Паньшин, С. В. Мамяченков, О. С. Анисимова, Н. А. Куленова // Известия ВУЗов. Цветная металлургия. 2015. Сп. в. С. 12 - 16.
3. Никольский Б. П. Справочник химика. / Б. П. Никольский, О. Н. Григоров, М. Е. Позин. М. : Химия. Т 2, 1979. - 1168 с.

УДК 669.334

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СПЕКАНИЮ ЧЕРНОВОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА СО ЩЕЛОЧЬЮ

Логинова И.В.¹, Юн А.Б.², Захарьян С.В.², Каримова Л.М.²

¹ УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия;

² ТОО «КазГидроМедь», г. Караганда, Казахстан)

Наибольший вклад в исследования по обескремниванию медных и цинковых руд Казахстана был внесен учеными Е.А. Букетовым, В.Г. Шкодиным, Н.С. Бектургановым и др. Так по патенту [1] кремнезем содержащий концентрат Джекказганского месторождения, содержащий 35 % меди и 30 % кремнезема, подвергается автоклавной обработке в щелочном растворе, содержащем 150 г/л Na₂O, при температуре 160° С в течение 4 часов. Извлечение кремнезема составляет 90%. Медь, свинец и другие компоненты концентрата в раствор не переходят. Затем из полученного раствора проводится совместное осаждение гидроксида кальция и кремнезема путем введения окиси кальция. Полученный осадок обжигается при 1350-1400° С для получения цементного клинкера.

Данная технология также описана в статье Е.А. Букетова и др. [2]. Столь высокое извлечение кремнезема и необходимость автоклавной обработки говорит о том, что кремнезем в данном концентрате в основном представлен кварцем, так как полевой шпат в данных условиях не растворяется.

Аналогичная технология, но уже применительно к высококремнистым сульфидным цинковым материалам описана в работах [3-5]. В статье [3] указано, что кремнезем представлен в основном кварцем, поэтому, как и в случае медных [1] и железных [6] концентратов автоклавная обработка при температурах более 160° С позволяет извлечь до